



# CAPÍTULO 4

---

Especies de  
bivalvos invasores  
y sus efectos en  
ambientes de agua  
dulce

Barranca de Piche, Sector Alhué,  
Región Metropolitana **Fotografía:** Alejandra Fabres.



# Moluscos bivalvos exóticos de agua dulce

Gustavo Darrigran<sup>1,2</sup> & Francisco Bre<sup>1</sup>

## Resumen

Todas las especies modifican de forma natural su distribución a lo largo del tiempo, sin embargo los efectos del cambio global y la globalización del comercio han incrementado en la biosfera en gran medida la tasa y la escala espacial de estos cambios, incrementando así los sucesos de invasiones biológicas. Las especies invasoras se caracterizan por presentar, entre otros, una gran capacidad adaptativa-reproductiva y pueden actuar como ingenieros de ecosistemas, alterando la estructura y función del ambiente invadido y desplazando a las especies nativas, las cuales se encuentran debilitadas para “defender” su ambiente. En la actualidad, la introducción de especies no-nativas es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, junto con la destrucción del hábitat. Una vez que una especie introducida se transforma en problema económico o estético, la sociedad toma conciencia de su existencia y se preocupa comenzando a desarrollar medidas de erradicación (lo cual es en general tarde) y control. El objetivo del presente capítulo es destacar la vulnerabilidad de los ambientes de agua dulce a especies de bivalvos invasores y realizar un análisis sobre el correcto manejo y accionar ante estos casos. La importancia del estudio de las bioinvasiones es cada vez mayor y el conocimiento sobre las especies invasoras, tanto de sus características morfológicas y fisiológicas como de sus características adaptativas, es esencial para su control y prevención protegiendo así los ambientes y la fauna endémica de los mismos.

**Palabras Clave:** bioinvasión, control, ingeniero de ecosistemas, *Limnoperna fortunei*

## Introducción

Los efectos del cambio global y la globalización del comercio en la biosfera estimulan un aumento de invasiones biológicas y su posterior impacto en los ecosistemas (Lockwood *et al.*, 2007). Estos implican una transformación estructural de los ambientes naturales. La escala geográfica, la frecuencia y el número de especies involucradas en este tipo de cambios han aumentado enormemente durante las últimas décadas, como consecuencia de la expansión del comercio mundial y el transporte fluvial de mercancías (UICN, 2000). La resistencia a los invasores que plantean los conjuntos de especies nativas es generalmente débil, y los invasores tienden a tener mayores efectos competitivos sobre las especies nativas que viceversa (Vilá y Weiner, 2004). En la actualidad, la introducción

de especies foráneas es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad junto con la destrucción del hábitat (UICN, 2000).

Varias hipótesis se han desarrollado para explicar por qué muchas especies invasoras dominan las comunidades de especies nativas, las que deberían estar mejor adaptadas a su medio ambiente local. Entre las explicaciones más comúnmente citadas son las modificaciones antropogénicas de hábitat para el beneficio directo e indirecto de la especie invasora y la liberación de la especie invasora de sus enemigos naturales (Sax and Brown 2000, Keane and Crawley 2002, Colautti *et al.*, 2004). Una alternativa menos explorada, es que los invasores realizan un papel activo en su propio éxito mediante la modificación de su nuevo entorno local (González *et al.*, 2008).

<sup>1</sup>Museo de La Plata (FCNyM-UNLP) División Zoología Invertebrados-Sección Malacología [invasion@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:invasion@fcnym.unlp.edu.ar) – [www.malacologia.com.ar](http://www.malacologia.com.ar)

<sup>2</sup>CONICET

El impacto negativo ocasionado por la bioinvasiones sobre el medio ambiente afecta a tres componentes esenciales de la biodiversidad, es decir, el paisaje, las especies y la estructura genética (Carlton, 1996). Las invasiones biológicas pueden transformar los ecosistemas mediante la alteración de sus propiedades fundamentales incluyendo el flujo de energía, estructura del hábitat físico, la biodiversidad, etc. (D'Antonio y Vitousek, 1992; Vitousek *et al.*, 1997). Este proceso puede ocurrir tanto en el tiempo a través de la ingeniería ecológica del ecosistema (Jones *et al.*, 1997; Cuddington *et al.*, 2007) o el tiempo evolutivo a través de la construcción de nicho (Odling-Smee *et al.*, 2003). Ambos conceptos comparten terreno conceptual común (González *et al.*, 2008), por lo tanto, en este texto, se utiliza el término “ingeniería de ecosistemas” para englobarlos. Los ingenieros de los ecosistemas son los organismos que cambian el ambiente abiótico por alterar su estructura física. Como consecuencia, a menudo - aunque no siempre - tienen efectos sobre otros miembros de la biota y sus interacciones y, por consiguiente, en los procesos globales de los ecosistemas. El concepto de ingeniería de ecosistema interconecta una serie de importantes conceptos ecológicos y evolutivos y es particularmente relevante para la gestión del medio ambiente (Gutiérrez y Jones, 2008).

## Desarrollo

Las conchas de moluscos son estructuras físicas abundantes, persistentes, ubicuas en los hábitats acuáticos. Utilizando una perspectiva de ingeniería del ecosistema, se identifican los roles generales de la producción de la concha de los moluscos en los ecosistemas acuáticos:

- \* son sustratos para la fijación de epibiontes
- \* proporcionan refugios ante la depredación, el estrés físico o fisiológico
- \* controlan el transporte de solutos y partículas en el medio bentónico (Gutiérrez *et al.*, 2003).

Para Gherardi (2007) las aguas continentales presentan vulnerabilidad para las bioinvasiones. El valor de las aguas continentales para la humanidad es muy grande, y los cambios inducidos en los productos y servicios que ofrecen tienen un fuerte impacto en bienestar del hombre. Para este autor, los principales motores de cambio en la biodiversidad en el agua continental son:

- \* Embalse de los ríos (por ejemplo, presas y diques)
- \* Deterioro en la calidad del agua (por ejemplo, la contaminación, la eutrofización, la acidificación)
- \* La degradación del hábitat y la fragmentación (por ejemplo, la canalización y el cambio de uso del suelo)
- \* Sobreexplotación
- \* Introducción de especies no nativas.

Asimismo, Gherardi (2007) señala algunas de las razones por las que los sistemas de agua dulce son vulnerables a las bioinvasiones, pueden agruparse de la siguiente forma:

- \* Más alta capacidad de dispersión intrínseca de especies de agua dulce en comparación con organismos terrestres.
- \* Los ambientes lóticos pueden ser comparables a las islas en que su aislamiento geográfico ha conducido a la adaptación local (muchos endemismos) y algunas veces a una baja biodiversidad.
- \* Los sistemas de agua dulce están sujetos, sobre todo en las latitudes más altas, a regímenes de temperatura estacionales alterados debido al calentamiento climático global y a una creciente perturbación humana.

La amplia introducción de organismos en aguas interiores, ya sea involuntaria o deliberada, es una consecuencia directa de la intensidad con la que los seres humanos utilizan estos sistemas para la recreación, las fuentes de alimentos y el comercio. La frecuencia de las invasiones de especies en sistemas de agua continentales es probable que continúe creciendo, como se mencionó al comienzo de este texto, como consonancia con la globalización/cambio climático. Asimismo, Gherardi (2007) menciona que la mayoría de los estudios de invasores de agua dulce se ha llevado a cabo en América del Norte y sobre todo en los Grandes Lagos es centrado en los animales (74%) más que en las plantas (solo el 20%). Destaca además que de todas las especies de fauna, los peces, especialmente salmónidos, han recibido la mayor atención científica como resultado de su papel ecológico (redes alimentarias) y su importancia económica. En los otros taxa, *C. fluminea* (Müller, 1774) o la almeja asiática *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) y *D. burguensis* (Conrad, 1831), entre los moluscos y los cangrejos, son los que se estudian más a menudo. Más recientemente, en otras regiones geográficas, también entre los moluscos, han sido considerados los estudios sobre *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1854) o mejillón dorado y *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822) o caracol manzana dorada. Siguiendo a Hicks (2004), se debe considerar que el foco del estudio de una bioinvasión, tiene que estar dirigido principalmente a la interacción entre las características biológicas de la especie invasora y el ecosistema invadido (Imagen 51).

# Bio-Seguridad: dos elementos básicos para la bio-invasión



## La vulnerabilidad del ecosistema refleja el ajuste de la especie al nuevo escenario

**Imagen 51:** Dos elementos fundamentales en el riesgo de bio-invasión, presentes en los modelos de bio-seguridad. Modificado de Darrigran y Damborenea (eds.) (2006).

Sobre esta base, algunas o todas las características que debería reunir una especie para considerarse invasora, quedan mayormente resumidas por Morton (1996) (Tabla 1).

**Tabla 1:** Serie de características que debe presentar una especie invasora para adaptarse y colonizar a nuevos ambientes o ambientes alterados. Modificado de Morton (1996).

1	Corto período de vida	e.g. 2 a 3 años
2	Rápido crecimiento individual	
3	Rápida madurez sexual	generalmente son dioicos, pocos casos de hermafroditismo
4	Alta fecundidad	
5	Eurióicos	capacidad de colonizar un gran rango de hábitat
6	Euritópicos	amplio rango de tolerancia ecológica
7	Comportamiento gregario	
8	Asociación de algún tipo con actividades humanas	e.g. Recurso alimentario, transporte
9	Amplia variabilidad genética	
10	Suspensivoros	

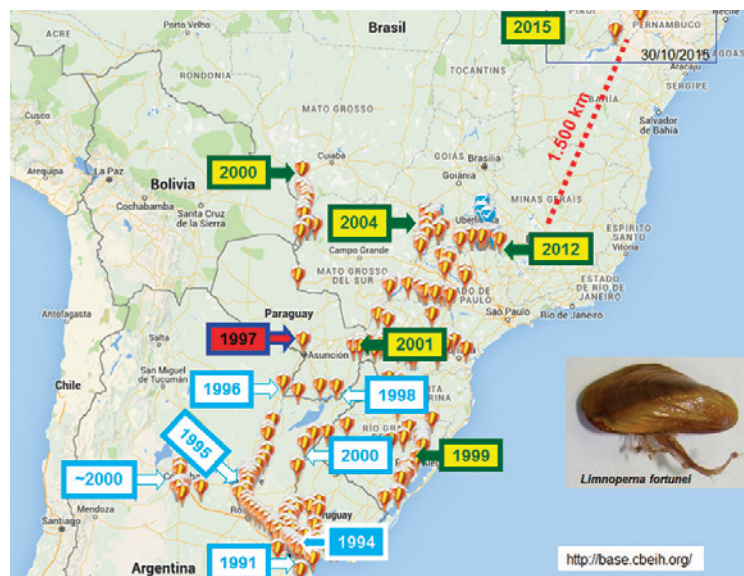
Las especies de bivalvos invasores continentales presentan muchas de las características planteadas por Morton (1996), y se convierten en importantes especies invasoras debido a su impacto tanto en los sistemas naturales y en las estructuras hechas por el hombre. Un modelo de ejemplo de bioinvasión en la región Neotropical es la agresiva invasión por *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae). Esta especie es un mejillón de agua dulce epifaunal que se alimenta por fil-

tración en su forma juvenil/adulta y con larvas planctónicas. Presenta vida corta, un rápido crecimiento individual, con madurez sexual temprana y alta fecundidad. Es originaria de los ríos y arroyos en China y el sudeste asiático. Invadió Hong Kong en 1965, Japón y Taiwán en la década de 1990 (Darrigran, 2002). Fue citado por primera vez en América en 1991 (Pastorino *et al*, 1993), en la playa Bagliardi, en el margen argentino, sur del estuario del Río de la Plata (35°55'S-57°49'W).

Desde esta invasión se ha dispersado aguas arriba en la Cuenca del Plata y Cuenca del Guaiíba (Mansur *et al.*, 2003) a una velocidad de 240 km

año-1 (Darrigran, 2002). La actividad humana y las condiciones hidro-sedimentológicas y químicas del medio ambiente (Belz, 2009) fueron óptimas para propagación de *L. fortunei* en la región invadida (Imagen 52). Varias especies de moluscos de agua dulce no nativos fueron introducidos en América del Sur. Algunos de ellos se consideran especies invasoras, por ejemplo, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Darrigran, 2002). Sin embargo, *L. fortunei* ha sido el bivalvo invasor de agua dulce más agresivo en América del Sur. Es el único bivalvo de agua dulce en la región con una etapa larval planctónica, que cuando juvenil/adulta se fija en forma epifaunal en altas densidades a sustratos duros (Darrigran, 2002). Al igual que *Dreissena polymorpha* (Karataev *et al.*, 2002), presenta una historia de vida acorde a su capacidad como especie invasora, y permite que se convierta en abundante cuando se introduce en un nuevo cuerpo de agua. Asimismo, el mejillón dorado también impacta en las instalaciones hechas por el hombre, tanto en América del Sur (Darrigran, 2010) como en Japón (Matsui *et al.*, 2002).

Sobre la base de lo mencionado en los párrafos anteriores, y en el hecho de que las especies invasoras modifican directamente los ecosistemas, y por lo tanto tienen efectos en cascada para la biota residente (Crooks, 2002), esta contribución informa sobre la especie *L. fortunei* como un importante ingeniero de ecosistema en sistemas de agua dulce. Aunque todavía falta por conocer sobre su biología y sus interacciones, se estima que - al igual que *D. polymorpha* en el hemisferio norte (Karataev *et al.*, 2002) - agrupaciones de esta especie en franjas de hasta 150 mil ind./m<sup>2</sup>, modifican la naturaleza y complejidad del sustrato de forma similar a sus congéneres del medio marino (Borthagaray y Carranza, 2007). Tras la invasión de la cuenca del Río de la Plata, el mejillón dorado tuvo un impacto en las diferentes comunidades, alterando la composición de la fauna bentónica (e.g. Darrigran *et al.*, 1998), dieta de los depredadores (e.g. Sylvester *et al.*, 2007), y físicas condiciones de la columna de suelo y agua (e.g. Sylvester *et al.*, 2006). En Darrigran y Damborenea (2011), todos estos impactos causados por esta especie invasora en el ecosistema receptor se presentan sobre la base de la propia investigación y/o discutido con las investigaciones de otros autores para la Cuenca del Plata u otras.



**Imagen 52:** Localidades en las que se registró *Limnoperna fortunei*, sobre la Cuenca del Plata, del Guaíba y del San Francisco entre 1995 y 2015. Basado en <http://base.cbeih.org> (consultado 06/04/2017).

## Gestión para prevención/control de bioinvasiones

Para comenzar y lograr una gestión sobre las bioinvasiones en forma general, de forma sustentable, se debe comenzar con dos ítems básicos pero fundamentales:

- (1) Criterio utilizado para definir una especie invasora.
- (2) Criterios para medir la efectividad del programa de manejo de las especies invasoras.

### 1) Criterio para definir una especie invasora

Al ser la Biología de las Invasiones una disciplina relativamente nueva dentro de la Biología clásica, todavía no existe una definición exacta de lo que se entiende como una especie invasora, lo que lleva a aclarar este término para que el funcionario de turno sepa dónde poner límites a su accionar. Se trabajará sobre tres de estas definiciones más frecuentes, señalando errores y aciertos. Los enfoques más difundidos para definir a las especies invasoras, son los siguientes:

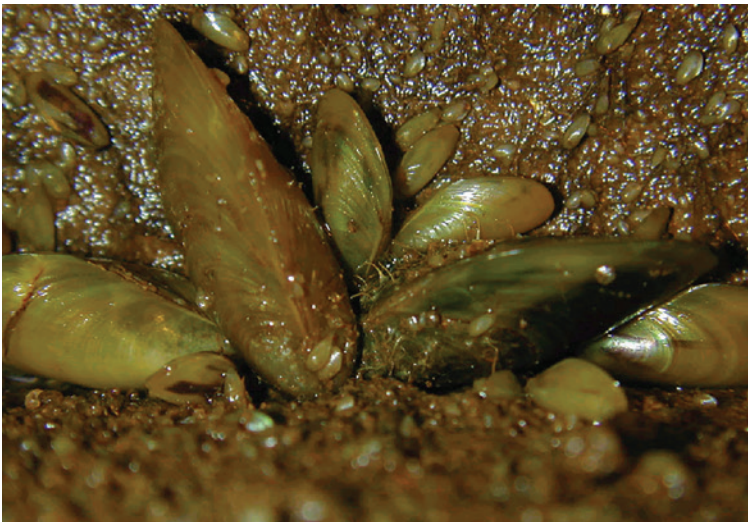
**a) Según el criterio biogeográfico**, una especie debe superar una barrera geográfica (e.g. un océano o una montaña) o una distancia dada (más de 100 km).

Este criterio de definición de especie invasora, que engloba al mejillón dorado (Imagen 53), presenta al menos dos problemas. Por un lado, cuando se está en presencia de Especies Criptogénicas o especies con distribución geográfica amplia y/o incongruente y consideradas como sospechosas de ser exóticas, es decir, se desconoce su región nativa (Darrigran y Damborenea, 2006) y, por otro lado, con las especies nativas que modifican sin



ninguna causa aparente su comportamiento de distribución y luego lo retoman. En este criterio es fundamental el concepto de vector, es decir, las vías por las cuales una especie gana acceso a un nuevo hábitat, distante de su región nativa o de su distribución actual (Darrigran y Damborenea, 2006) (Tabla 2).

**Imagen 53:** Mejillon dorado o *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1854)  
**Fotografía:** Gustavo Darrigran.



**Tabla 2:** Vectores más comunes en el transporte intencional o no, de moluscos bivalvos.

VECTOR	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA
Agua de Lastre	
Ítem alimentario o ejemplares de acuarios	
Peces parasitados con larvas de bivalvos de agua dulce (larvas gloquidios)	
Adheridos (“Fouling”) sobre el casco de embarcaciones	Belz et al. (2012)
Agua retenida en barcos de pesca deportiva	Belz et al. (2012)

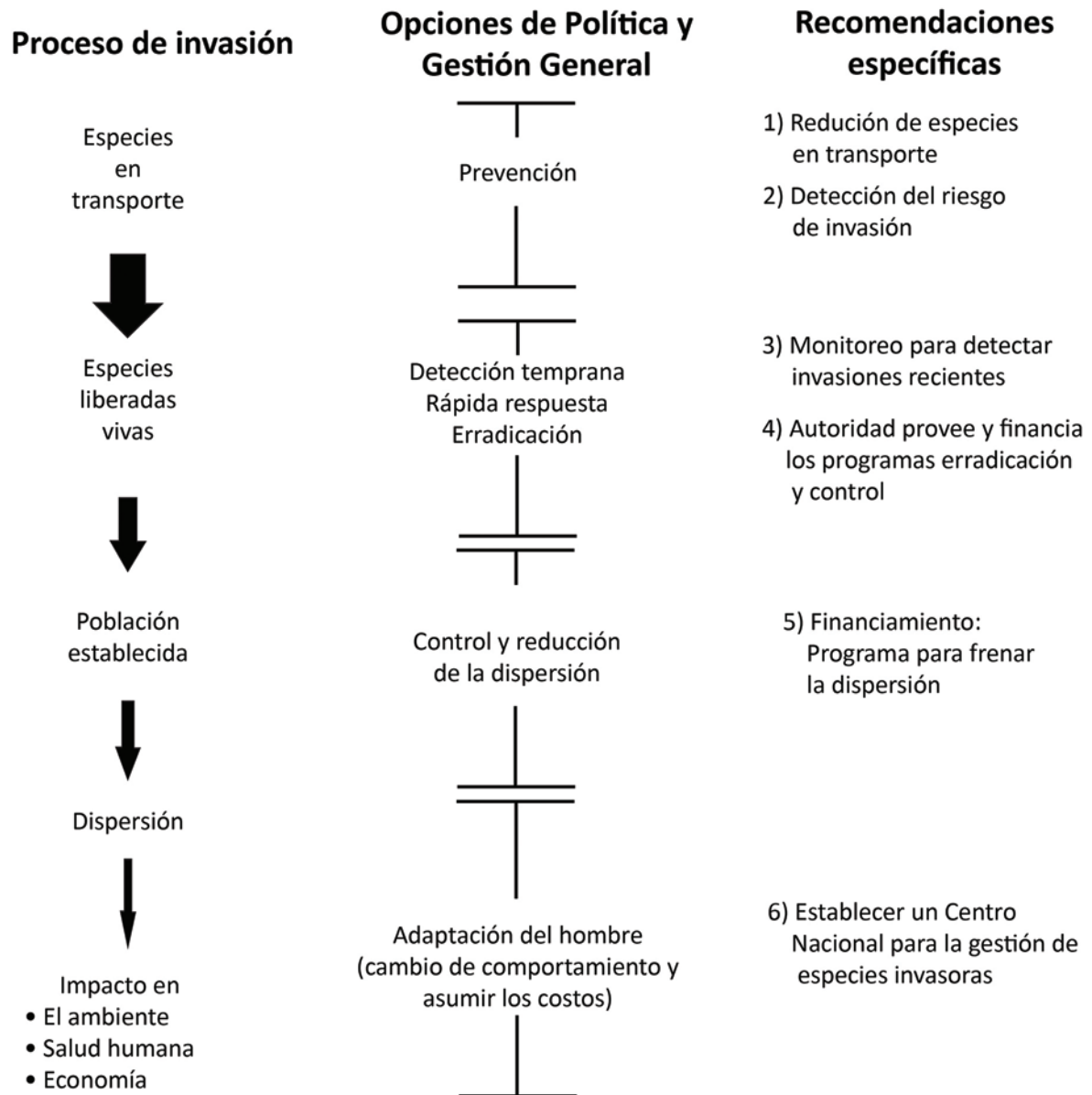
Dos procesos interactúan favoreciendo desde mediados de los ´80 la presencia de bioinvasiones: uno es el gran intercambio comercial a nivel mundial, denominado “Globalización”, que lleva productos por barcos de un punto al otro del Planeta. Se estima, por ejemplo, que 3.000 especies son transportadas por agua de lastre por día a nivel mundial. Es de esperar que las especies nativas, ya adaptadas a sus ambientes, les sea sencillo “rechazar” a la invasión, no obstante las especies invasoras se ven favorecidas por otro proceso a nivel global, el “Cambio Global”, el cual altera al ambiente y disminuye la capacidad de las especies nativas de dominar sobre la especie invasora, ya que las primeras (nativas) están “débiles” al tratar de adaptarse a los cambios ambientales producidos por este cambio climático.

**b) Según el criterio de impacto**, una especie debe provocar un impacto mayor en el ecosistema en el que se dispersa para ser considerada invasora.

Esta definición considera un aspecto subjetivo o antropocéntrico: ¿Qué es impacto mayor o menor? ¿Referido a qué? ¿A lo provocado al humano? ¿Al desplazamiento o extinción de una especie? o ¿al accionar de un “Ingeniero de Ecosistema”? (Imagen 54) (Darrigran and Damborenea, 2011).

**c) Según el criterio del proceso de invasión**, interesa la forma en que el proceso de invasión ocurre. Una invasión biológica consiste en una especie que adquiere una ventaja competitiva, superando obstáculos naturales simultáneamente con su proliferación, lo que le permite dispersarse rápidamente y conquistar nuevas áreas dentro del ecosistema receptor, en el que se vuelve dominante. Las distintas etapas en el proceso generalizado de bio-invasión, muestra relaciones dinámicas entre ellas y el potencial manejo factible y sustentable en cada etapa (Imagen 54).

**Imagen 54:** Etapas comunes a todas las bioinvasiones (columna izquierda), políticas y opciones de gestión (columna central), y principales recomendaciones (columna derecha) asociadas a cada etapa de la invasión. Desde la parte superior a la parte inferior de la columna de la izquierda, cada flecha es más delgada que la anterior debido a que la proporción de especies que procede de una etapa a la otra es menor que el anterior; en la columna de la derecha, las recomendaciones no se corresponden exactamente con cada etapa de la invasión; y en particular, la recomendación 6 apunta a todas las opciones políticas y de gestión. Según Darrigran y Torres (2014).



Sin embargo, debido a que el número de especies que entran en las vías está aumentando a medida que aumenta el comercio mundial, el número de especies causando impactos perjudiciales está aumentando con el tiempo.

Una definición de especie invasora más acorde podría ser: Se entiende por especies invasoras, aquellas que como resultado de la actividad

humana es introducida en el ecosistema que no es nativo, adaptándose y convirtiéndose así en un agente de cambio y amenaza para la biodiversidad nativa y daño económico potencial.

En la definición anterior, cuando hace referencia a “como resultado de la actividad humana es introducida en el ecosistema que no es nativo”, se refiere no solo al transporte por vectores, sino también a la modificación que hacen los hombres del ambiente nativo, alterándolo y transformándolo en un “nuevo” ambiente donde las especies nativas en el “viejo” am-

biente o son desplazadas o actúan como invasoras en ese “nuevo” ambiente.

Un caso ejemplificador del último concepto es el del “caracol manzana” o *Pomacea canaliculata*, la cual es una especie nativa de Argentina y que cuando el ambiente natural es alterado (por ejemplo para hacer cultivos de arroz), responden como invasoras. Por último, se destaca en esta definición “daño económico”. Es en este aspecto donde una nueva especie invasora (por ejemplo *Limnoperna fortunei*) actúa causando “macrofouling” o Bio-incrustaciones de organismos mayores a 1 mm (Darrigran y Damborenea, 2006), en tomas de agua de plantas potabilizadoras, sistemas de riego, sistemas de refrigeración de industrias, de instalaciones generadoras de energía (centrales térmicas, hidroeléctricas, nucleares) (Imagen 55).

En la Tabla 3 pueden observarse los problemas causados en Argentina, Brasil, Uruguay (Darrigran & Damborenea, 2005):



**Imagen 55:** Macrofouling del mejillón dorado en el filtro de inicio de un sistema de refrigeración de una central hidroeléctrica (A); macrofouling en un intercambiador de calor de una central hidroeléctrica (B); rejas para peces con macrofouling en centrales termoeléctricas (C y D).

**Tabla 3:** Problemas de macrofouling causados en Argentina, Brasil, Uruguay, por *Limnoperna fotunei*. Tomados de Darrigran y Damborenea (2005).

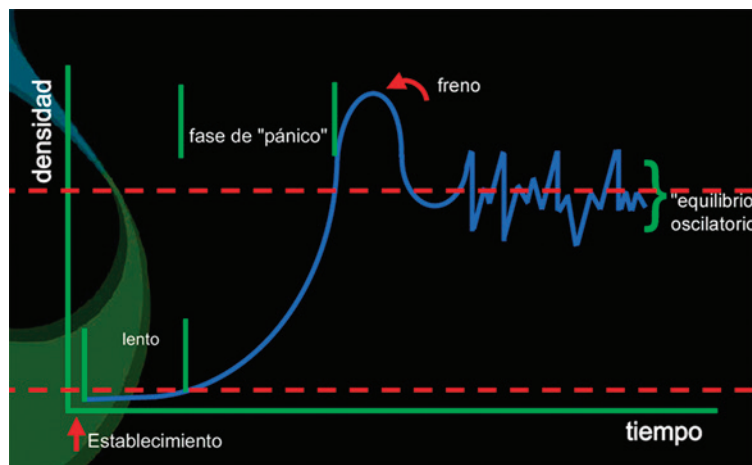
1	Reducción del diámetro de las cañerías
2	Bloqueos de cañerías
3	Decrecimiento de la velocidad del agua (debido a que el sistema esta diseñado para que el agua corra en un flujo laminar, pero al adherirse los mejillones, se produce un flujo turbulento y por lo tanto, para pasar la misma cantidad de agua, el intervalo de tiempo es mayor)
4	Oclusión por acumulación de valvas vacías
5	Contaminación del agua del interior del sistema
6	Bloqueo de filtros



## 2) Criterios para medir la efectividad de programa de manejo de las especies invasoras

Una vez que una especie introducida se transforma en problema económico o estético, la sociedad toma conciencia de su existencia y se preocupa; y se comienzan a implementar medidas destinadas a la erradicación o control, que en muchos casos se realizan en forma inexperta, tardía y desordenada. La capacidad de reproducción y dispersión de estas especies complican el éxito de estas medidas, fundamentalmente para la erradicación. Como se menciona anteriormente, las distintas etapas en el proceso generalizado de bioinvasión, muestra relaciones dinámicas entre ellas y por lo tanto el manejo en cada etapa es diferencial en cada una de ellas (Imagen 56). Quizás en el estado temprano de una introducción, cuando la especie se encuentra en un momento de “reposo” de invasión, la erradicación podría realizarse (Imagen 57). En la mayoría de los casos, sólo el control es posible, siendo la erradicación muy difícil, por más que varíen el número e intensidad de las aplicaciones de distintas técnicas de tratamientos potenciales (e.g. tratamientos químicos, físicos y biológicos).

Muchas veces, una salida desesperada al encontrarse en la etapa de “pánico”, es la introducción de especies antagonistas, es decir, especies que conviven en el lugar de origen de la especie invasora y que son depredadores o parásitos de ésta. Si se aplica otra introducción como alternativa para el control biológico, es probable que el resultado de esta segunda introducción intencional provoque la presencia de otra especie invasora, por falta de estudios ambientales, ecológicos necesarios. Por su parte, la aplicación inexperta de tratamientos, ya sean químicos o físicos, también pueden provocar un impacto ambiental mayor que el ocasionado por la especie invasora foco de la actividad de control. Para evitar la generación de estos impactos es necesario que el control sea realizado por especialistas.



**Imagen 56:** Crecimiento poblacional de una especie invasora de reciente introducción. Modificado de Darrigran y Damborenea (2006).

Por último, cabe destacar que la aplicación de tratamientos preventivos es la alternativa de menor costo ambiental y económico (Darrigran & Damborenea, 2005). Como se menciona en Darrigran y Damborenea (2006), la Convención sobre Biodiversidad del año 2001 estableció una serie de principios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica. Dentro de los cuales se encuentra la prevención de ingreso de especies invasoras, en contraposición al control o erradicación de las mismas. Hicks (2004) afirma que para prevenir, además de tener presente la relación entre el tipo de taxa de potencial introducción o ya introducido y los distintos ambientes (el ambiente nativo y el “nuevo” a invadir) -lo que involucra un rango muy amplio de interacciones posibles-, se debe conocer otro tipo de información que proviene de dos acciones necesarias a realizar previamente:

### (1) Investigación

Realizar esta acción a fin de generar conocimientos para establecer las estrategias de manejo y requerimientos a considerar en las regiones sensibles de ser invadidas. Esta generación de conocimiento debe considerarse en etapas (Darrigran *et al.*, 2012): Descripción, es el estudio descriptivo del evento, acompañados de estudios experimentales, dinámica poblacional, análisis estadísticos, etc.; Predicción, la generación del fundamento sobre la probabilidad de que ocurra un evento de invasión; Riesgo, es el producto de la probabilidad de que ocurra un evento y sus consecuencias.

### (2) Educación y difusión científica

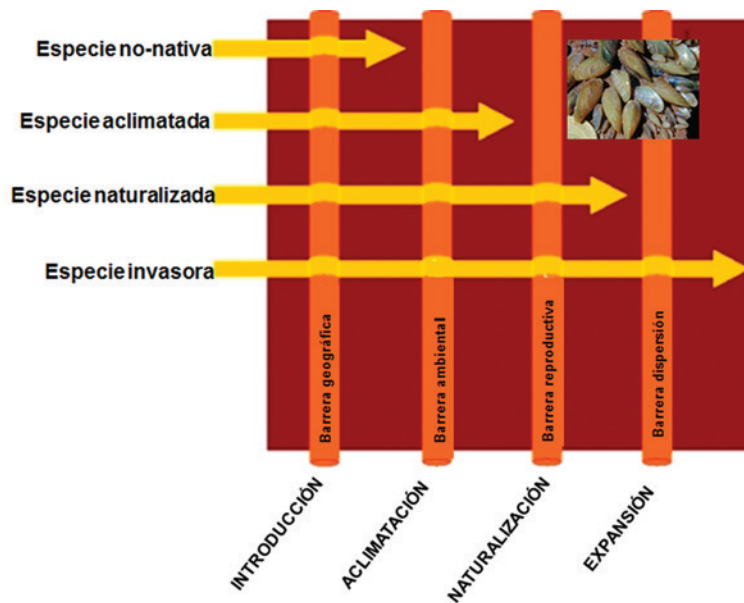
A través de campañas de educación y difusión se logra describir, en forma simple, la realidad de las invasiones biológicas y por qué razones estas deben restringirse. Este ítem de educación y difusión científica debería tratarse en tres puntos simultáneos:

Curricula: introducción del tema en los planes de estudio en los distintos niveles de educación, en relación con el tema “Biodiversidad”. Formación de los docentes en los distintos niveles; Concienciar a la comunidad toda, a través de los medios de información masiva, revistas de divulgación científica y documentales. En este

último ítem es fundamental que el nivel de difusión sea apropiado según los receptores y de contenidos no erróneos.

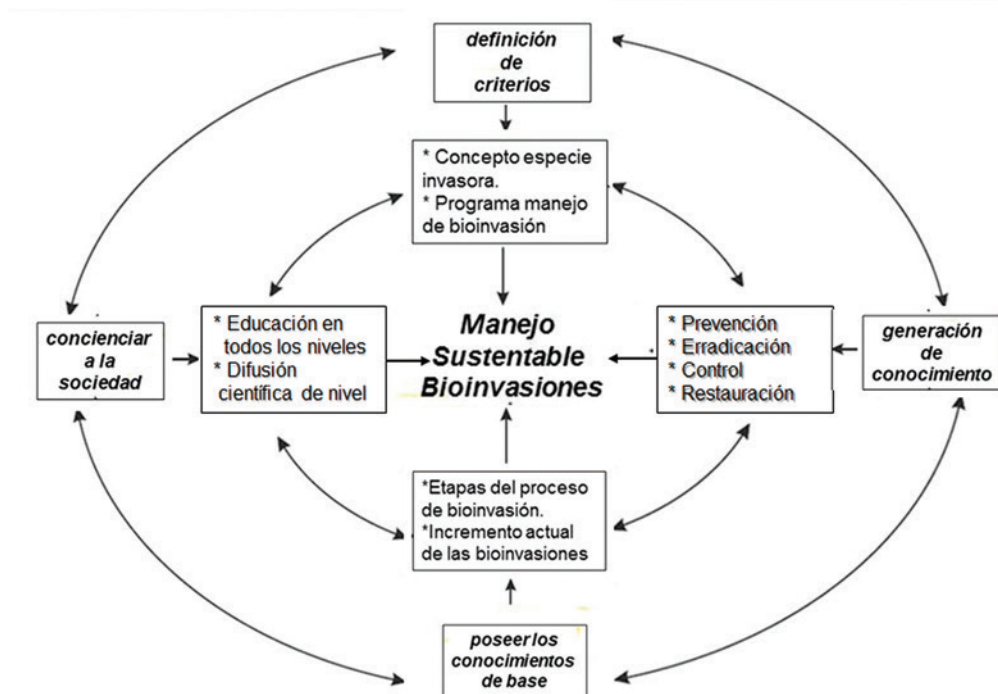
En relación a estos dos últimos ítems se multiplican los desafíos para que entre la sociedad, el gobierno, la prensa y los científicos, pueda lograrse una correcta comprensión entre la calidad y cantidad de las bioinvasiones, la estrecha relación entre éstas y los vectores y, fundamentalmente, el impacto que generan a nivel ambiente natural y humano. Asimismo, los funcionarios de turno relacionados con el tema biodiversidad, deben ser conscientes de las bioinvasiones y su accionar en la biodiversidad nativa, su prevención/control y los distintos pasos involucrados en un proceso de invasión, y sus distintas posibilidades de acción que debe realizarse en cada uno (Imagen 55 y 57).

Asimismo, el tener una gestión con funcionarios de turnos conscientes y efectivos con la realidad de las invasiones biológicas, el tener uno o varios grupos de investigadores generadores de los conocimientos necesarios para su uso en la gestión de turno, no garantiza una efectividad sustentable del sistema a través del tiempo. Si no se cimienta la gestión y la investigación sobre



**Imagen 57:** Barreras geográficas, ambientales, reproducción y dispersión que debe superar una especie antes de convertirse en invasora (Modificado de Darrigran y Torres, 2014).

una base de conocimiento de la sociedad de la problemática de las bioinvasiones, y que esta exija a los políticos que se cumplan con los ítem anteriores. Esto último se logra con educación de la sociedad en los temas de biodiversidad en general y sobre bioinvasiones en particular (Imagen 58).



**Imagen 58:** Los componentes del manejo integrado de especies invasoras. Modificado de Darrigran et al., (2012).

## Conclusiones

Para encarar el tema de bioinvasiones se deberían considerar los siguientes ítems:

- \*Estudiar a las especies de los distintos niveles de organización involucradas como bioinvasoras y no solo volcarse a los vertebrados o árboles porque son los más conspicuos y redituables políticamente.
- \*Realizar los niveles de investigación necesarios (descripción, predicción y riesgo de invasión), considerando que hablar de bioinvasiones es hablar de conservación de la biodiversidad.

- \*Hacer una correcta difusión a la sociedad y educación en los distintos niveles, a fin de lograr una base sólida de conocimiento en la población, lo que evitará el descuido de los funcionarios en el tema de introducción de especies y, a su vez, la dispersión inadvertida de las bioinvasiones por parte de la sociedad.

## Agradecimientos

Este trabajo fue parcialmente financiado por UNLP- 11 / N795 y UNLP 11/ H763.

## Referencias bibliográficas

- Belz, C. 2009. Análise de risco aplicada às bioinvasões. In: Darrigran G, Damborenea C In: Introdução a Biologia das Invasões. O Mexilhão Dourado na América do Sul: biologia, dispersão, impacto, prevenção e controle. Cubo Editora, São Carlos, pp 229-245.
- Borthagaray, A.I. and A. Carranza. 2007. Mussels as ecosystem engineers: Their contribution to species richness in a rocky littoral community. *Acta Oecol* : 243–250.
- Carlton, J. 1996. Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. *Biol Conserv* 78: 97–106.
- Colautti, R. I., A. Ricciardi, I. A. Grigorovich, and H. MacIsaac. 2004. Is invasion success explained by the enemy release hypothesis? *Ecology Letters* 7:721–733.
- Crooks, J.A. 2002. Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers. *Oikos* 97: 153–166.
- Cuddington, K. et al. 2007. Ecosystem engineers. Academic Press. D'Antonio C. M. and P. M. Vitousek. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 23: 63-87.
- Darrigran, G. 2002. Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. *Biological Invasion*, 4: 145-156.
- Darrigran G. 2010. Summary of the distribution and impact of the golden mussel in Argentina and neighboring countries. Ed by Mackie G, Claudi R In: *Monitoring and Control of Macrofouling Molluscs in Freshwater Systems*.
- Darrigran, G & C. Damborenea. 2005. A bioinvasion history in South America. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), the golden mussel. *American Malacological Bulletin*, 20:105-112.
- Darrigran, G. & M. C. Damborenea (eds.). 2006. Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano. EDULP, La Plata. Argentina. 220 pp.  
[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/37667/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/37667/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Darrigran, G. & C. Damborenea. 2011. Ecosystem engineering impact of *Limnoperna fortunei* in South America. *Zoological Science*, 28(1), 1-7.



Darrigran, G., S.M Martin, B. Gullo, L. Armendariz. 1998. Macroinvertebrados associated to the byssus of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Pelecypoda, Mytilidae) Río de la Plata, Argentina. *Hydrobiologia* 367: 223-230.

Darrigran, G; F. Archubi & M. C. Mansur. 2012. Manejo Integrado de Especies Invasoras. 383-388. En: Mansur, M. C., et al. (organizadores) *Moluscos Límnicos Invasores no Brasil. Biologia, prevenção, controle*. Redes Editora. Porto Alegre. 412pp.  
[https://www.academia.edu/1807539/\\_Moluscos\\_limnicos\\_invasores\\_do\\_Brasil\\_biologia\\_prevencao\\_e\\_controle\\_](https://www.academia.edu/1807539/_Moluscos_limnicos_invasores_do_Brasil_biologia_prevencao_e_controle_)

Darrigran, G. y S. Torres. 2014. Especies invasoras y conservación. En J. A. Calcagno (ed.). *Los Invertebrados Marinos*. Fundación de Historia Natural editorial. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 354 p.

Gherardi, F. 2007. Biological invasions in inland waters: an overview. In: Gherardi, F. (ed.) *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*, 3–25. Springer. 730pp.

Gonzalez, A., A. Lambert and A. Ricciardi. 2008. When does ecosystem engineering cause invasion and species replacement? *Oikos*, 117: 1247-1257.

Gutiérrez, J.L.C. & C.G. Jones. 2008. *Encyclopedia of Life Sciences*. John Wiley & Sons, Chichester.

Gutiérrez J., C. Jones, D. Strayer and O. Iribarne. 2003. Mollusks as ecosystem engineers: the role of shell production in aquatic habitats. *Oikos*, 101: 79–90.

Hicks, G. 2004. Turning the Tide: Is aquatic bioinvasers research heading in the right direction? *Aquatic Invaders* 15(1): 9-20.

IUCN, 2000. Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species, 51st Meeting IUCN Council, Gland.

Jones, C., Lawton, J. & Shchak, M. 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineer. *Ecology* 78: 1946-1957

Karatayev, A.Y., L.E. Burlakova and D.K. Padilla. 2002. Impacts of zebra mussels on aquatic communities and their role as ecosystem engineers. In: Leppäkoski E, Gollasch S, Olenin S (Eds) *Invasive aquatic species of Europe: distribution, impacts and management*. Kluwer, Dordrecht pp 433–446.

Keane, R. M. and M. J. Crawley. 2002. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends Ecol. Evol.* 17: 164-170.

Lockwood, J., M. Hoopes, M. Marchetti. 2007. *Invasion Ecology*. Blackwell Publishing. 304p.

Mansur, M. C., C.P. dos Santos, G. Darrigran, I. Heydrich, C.T. Callil y F.R. Cardoso. 2003. Primeros dados quali-quantitativos do mexilhao-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e no Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. *Rev Bras Zool* 20: 75-84. 17

Matsui, Y., K. Nagaya, G. Funahashi, Y. Goto, A. Yuasa, H. Yamamoto, K. Ohkawa and Y. Magara 2002. Effectiveness of antifouling coatings and water flow in controlling attachment of the nuisance mussel *Limnoperna fortunei*. *Biofouling* 18: 137-148.

Morton, B., 1996. The Aquatic Nuisance Species Problem: A Global Perspective and Review. In: *Zebra Mussels and Other Aquatic Nuisance Species.* Ed. By Frank D'itri, Ann Arbor Press. 1996. Accesible en: [http://sgnis.org/publicat/96\\_15.htm](http://sgnis.org/publicat/96_15.htm)

Odling-Smee, F. J., Laland, K. N. & Feldman, M. W. 2003. *Niche construction: the neglected process in evolution*. Princeton Univ. Press.

Pastorino, G., G. Darrigran, , Martin, S & L. Lunaschi. 1993. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo invasor en aguas del Río de la Plata. *Neotropica*. 39 (101-102): 34.

Sax, D. F. and J. H. Brown 2000. The paradox of invasion. *Global Ecol. Biogeogr.* 9: 363-371.

Sylvester, F., D. Boltovskoy y D. Cataldo 2006. Tasas de clareado: ritmos e impacto. In: Darrigran, G y C Damborenea (Eds). *Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano*. Edulp, La Plata pp 129-139.

Sylvester, F., D. Boltovskoy, D. Cataldo. 2007. Fast response of freshwater consumers to a new trophic resource: Predation on the recently introduced Asian bivalve *Limnoperna fortunei* in the lower Paraná river, South America. *Austral Ecol* 32: 403-415.

Vila, M., and J. Weiner. 2004. Are invasive plant species better competitors than native plant species? evidence from pair-wise experiments. *Oikos* 105:229-238.

Vitousek, PM, CM D'Antonio, LL Loope, M Rejmanek, and R Westbrooks. 1997. Introduced species: A significant component of human-caused global change: *New Zealand Journal of Ecology*, 21 (1): 1-16.